

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08111322 A

(43) Date of publication of application: 30.04.96

(51) Int. Cl.

H01F 27/24  
H01F 27/26

(21) Application number: 06270302

(22) Date of filing: 07.10.94

(71) Applicant: NKK CORP

(72) Inventor: NINOMIYA HIRONORI  
TANAKA YASUSHI

## (54) LOW NOISE TRANSFORMER AND REACTOR CORE

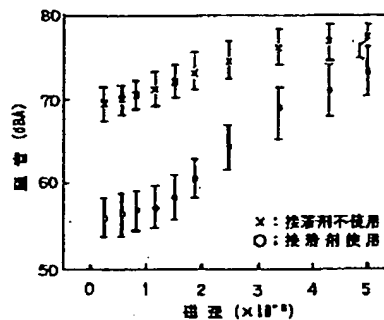
significantly thus reducing noise effectively.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To reduce the noise of a transformer and a reactor down to a level requiring no noise absorbing member nor noise insulation box.

**CONSTITUTION:** The low noise transformer employs a silicon steel plate having DC magnetostriction between  $-1.5 \times (1/10^6)$  and  $1.5 \times (1/10^6)$ . The abutting parts of compositional members of the core and, preferably, the parts of the core to be tightened by bolts and the gap part are bonded through an adhesive having the bonding strength of  $100 \text{ kgf/cm}^2$  or above. The laminated steel plates are immersed into varnish to be bonded and a coil is fixed. More preferably, the core is welded in the laminating direction of steel plate. A spacer made of nonmagnetic material having hardness Hv of 50 or above is inserted into the gap depending on the size thereof and the spacer is bonded to the compositional member of the core through an adhesive having the aforementioned bonding strength. This structure reduces vibration caused by various factors of the core



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-111322

(43)公開日 平成8年(1996)4月30日

(51)IntCl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01F 27/24

27/26

A

H01F 27/24

Q

H

K

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全12頁)

(21)出願番号

特願平6-270302

(22)出願日

平成6年(1994)10月7日

(71)出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72)発明者 二宮 弘憲

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72)発明者 田中 靖

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

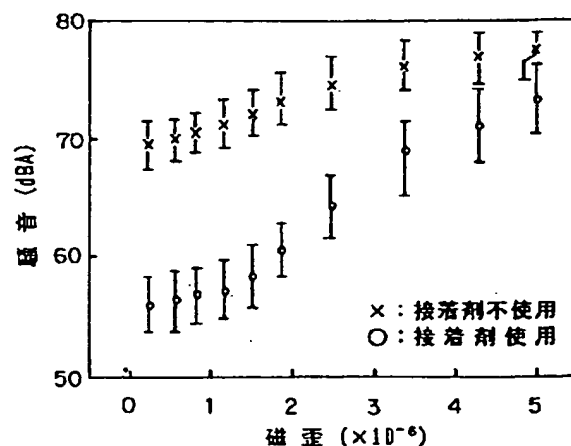
(74)代理人 弁理士 苦米地 正敏

(54)【発明の名称】 低騒音トランス及びリアクトル用のコア

(57)【要約】

【目的】 トランスやリアクトルの騒音を吸音材や遮音箱で覆う必要のない程度に十分低下させること

【構成】 直流での磁歪が $-1.5 \times (1/10^6) \sim 1.5 \times (1/10^6)$ である珪素鋼板からなり、コア構成部材どうしの突き当て部、さらに好ましくはコアのボルト締め部、ギャップ部が接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上の接着剤で接着され、且つワニス含浸により積層した銅板間の接着固定及びコイル固定がなされ、より好ましくはコア端面が銅板の積層方向で溶接される。また、ギャップの大きさによっては、ギャップ部に硬度 $H_v: 50$ 以上の非磁性体からなるスペーサが挿入され、該スペーサとコア構成部材とが上記接着強度の接着剤で接着される。これらにより、コアの種々の要因による振動が著しく低減され、騒音が効果的に低減する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コア構成部材が、直流での磁歪が $-1.5 \times (1/10^6) \sim 1.5 \times (1/10^6)$ である珪素銅板からなり、コア構成部材どうしの突き当て部が接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着され、ワニス含浸により積層した銅板間の接着固定及びコイル固定がなされている低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

【請求項2】 コア構成部材両側に配された当て板を介して銅板積層方向がボルト締めされ、且つ該ボルトと当て板間、ボルトとコア構成部材間、当て板とコア部材間及び当て板間がそれぞれ接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着されている請求項1に記載の低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

【請求項3】 端面が銅板の積層方向で溶接されている請求項1または2に記載の低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

【請求項4】 コア構成部材どうしの突き当て部の一部または全部にギャップを有し、該ギャップ部が接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着されている請求項1、2または3に記載の低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

【請求項5】 コア構成部材どうしの突き当て部の一部または全部にギャップを有し、該ギャップ部に硬度Hv：50以上の非磁性体からなるスペーサが挿入され、該スペーサとコア構成部材とが接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着されている請求項1、2または3に記載の低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、低騒音トランスまたはリアクトルに用いられるコア、特に、可聴周波数域（ $50 \text{ Hz} \sim 20 \text{ kHz}$ ）で使用される産業用、民生用リアクトル及びトランスに好適なコアの構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、電気機器に使用されるトランスやリアクトルの多くはコア材として珪素銅板を用いているが、これらトランスやリアクトルではコアの振動により騒音が発生するという問題があり、特に、最近のインバータ技術の進歩に伴い電源装置のキャリア周波数が $4.0 \text{ kHz}$ 以上となってきたことから、電源装置内で使われるリアクトルやトランスの騒音の発生が、鉄損の増大とともに特に大きな問題となりつつある。

【0003】 従来、このようなコアの振動による騒音を低下させる方法として、コアをボルトやバンドで締め付ける方法が知られており、また、他に以下のような提案もなされている。

① 特開平3-135007号や特開平4-61211号では、コアの一部に磁歪の小さい材料を使用することが提案されている。

② 特開平5-291053号では、中心部に方向性珪素銅板を配置し、その両側に6.5%珪素銅板のような低磁歪材料を配置したコアが提案されている。

③ 特開平5-251244号では、中央部に低磁歪材料のコアを配置し、その内、外周に例えばフェライトのような高周波用磁性材料のコアを配置して高周波鉄損を考慮した低騒音コアが提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、これらの提案によるコアでは、騒音の発生をある程度は抑えられるもののその効果は十分でなく、騒音を十分に抑えるためには吸音材や遮音箱でトランスやリアクトルを覆う必要がある。また、特開平5-251244号で提案されているコアなどは実際の製造自体が困難である。本発明はこのような従来の問題に鑑み、トランスやリアクトルの騒音を吸音材や遮音箱で覆う必要のない程度に十分低下させることができるコアを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 このような課題を解決するために、本発明の特徴とする構成は以下の通りである。

(1) コア構成部材が、直流での磁歪が $-1.5 \times (1/10^6) \sim 1.5 \times (1/10^6)$ である珪素銅板からなり、コア構成部材どうしの突き当て部が接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着され、ワニス含浸により積層した銅板間の接着固定及びコイル固定がなされている低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

【0006】 (2) 上記(1)のコアにおいて、コア構成部材両側に配された当て板を介して銅板積層方向がボルト締めされ、且つ該ボルトと当て板間、ボルトとコア構成部材間、当て板とコア部材間及び当て板間がそれぞれ接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着されている低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

(3) 上記(1)または(2)のコアにおいて、端面が銅板の積層方向で溶接されている低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

【0007】 (4) 上記(1)、(2)または(3)のコアにおいて、コア構成部材どうしの突き当て部の一部または全部にギャップを有し、該ギャップ部が接着強度： $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着されている低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

(5) 上記(1)、(2)または(3)のコアにおいて、コア構成部材どうしの突き当て部の一部または全部にギャップを有し、該ギャップ部に硬度Hv：50以上の非磁性体が

らなるスペーサが挿入され、該スペーサとコア構成部材とが接着強度： $100\text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着されている低騒音トランスまたはリアクトル用のコア。

#### 【0008】

【作用】トランスやリアクトルに用いられるコアの騒音の発生原因としては、鉄芯材料の磁歪に起因する問題と、コアの構造に起因する問題の2つが考えられるが、従来、この2つの発生原因を同時に考慮して騒音の低下を検討した例はない。そこで本発明者らは、上記2つの騒音の発生原因を考慮して騒音を低下させることを検討した。まず、前者の問題を解決するためには磁歪の極めて低い材料を用いることが有効であるという前提の下で、種々の材料を用いて実験を行ったところ、あるレベル以下の磁歪値を有する珪素鋼板、特に、Siを6.5wt%程度含有した無方向性珪素鋼板を用いた場合に騒音が最も小さく抑えられ且つ鉄損も低く、コア材として最適であることが判った。これに対して他の低磁歪材料、例えばPCバーマロイやセンダスト等は、磁束密度が低いこと、温度依存性があること、加工歪みによる特性劣化があること、高価であること等、欠点が多いためコア材としては不適当である。

【0009】さらに、後者の問題を解決するために、まず、コアの騒音の発生源について検討を行い、その結果、騒音の発生源として以下のようなものがあることを確認した。

- ① 積層している鋼板間の振動や巻き線コイルの振動による騒音
- ② コア構成部材を連結固定している当て板やボルトの振動による騒音
- ③ コア構成部材どうしの突き当て部（例えば、カットコアのカット面）での電磁吸引力による振動騒音
- ④ コア形状に基づく意図的なギャップを有する場合（リアクトルの場合に多い）には、ギャップ部での電磁吸引力による振動騒音と機械的共振による振動騒音したがって、低騒音のコアを得るためには、上述した鉄芯材料の適切な選択と上記①～④に起因する振動の抑制が不可欠である。

【0010】以下、本発明の構成の限定理由について説明する。磁歪値が異なる珪素鋼板をコア材として、図2に示すような積層鉄芯タイプのコア（図中、1は積層鋼板からなるコア構成部材）を作製し、このコアを用いたリアクトル（単相、 $1\text{ kHz}$ 、 $200\text{ kVA}$ 、重量 $100\text{ kg}$ ）について騒音測定試験を行った。各コアは、コア材としてSi含有量：3～7wt%、直流での磁歪の絶対値が $5 \times (1/10^6) \sim 0.1 \times (1/10^6)$ の範囲の珪素鋼板を用い、2つの脚部にそれぞれ0.2mmのギャップ部3を設けたもので、ギャップ部3を接着強度： $150\text{ kgf/cm}^2$ （但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着したコアとギャップ部3を接着剤で

接着しない従来型のコアを作製し、それらの騒音を測定した。なお、図示しないが、各コアはその両側に配された当て板を介してボルト締めされ、コア構成部材どうしを一体に連結固定してある。騒音の測定は、コアを $1\text{ kHz}$ 、 $B=1\text{ T}$ の条件で励磁した状態で、リアクトルの前面中心部から1m離れた位置で行った。

【0011】図1はその結果を示すもので、コア材として低磁歪の珪素鋼板を用い、且つギャップ部3を接着剤で接着した場合に騒音が効果的に低下すること、特に、コア材として直流での磁歪の絶対値が $1.5 \times (1/10^6)$ 以下の高珪素鋼板を用いた場合に、磁歪値が $2.0 \times (1/10^6)$ 以上の珪素鋼板を用いた場合よりも騒音が $10\text{ dB}$ 以上低下することが判った。このため本発明では、コア材として直流での磁歪の絶対値が $1.5 \times (1/10^6)$ 以下の珪素鋼板を用いる。なお、方向性珪素鋼板の場合には磁歪は板面内の方向により変化する。積層鉄芯タイプやEIコアの場合、磁束は板面内の種々の方向に流れるため、板面内の平均値をもって磁歪の値とする。

【0012】直流での磁歪の絶対値を $1.5 \times (1/10^6)$ 以下とするためには、珪素鋼板のSi含有量を5.5wt%以上とすることが必要である。磁歪はSi含有量が6.6wt%付近で最小となり、Siがさらに増加すると再び増大するが、まだ十分に低い値である。しかし、Si含有量が7.0wt%を超えると鋼板が非常に脆くなるため薄板の製造が不可能となる。このためコア材を構成する珪素鋼板としては、Si含有量が5.5～7.0wt%の高珪素鋼板を使用することが好ましい。

【0013】また、このような高珪素鋼板としては、C： $100\text{ ppm}$ 以下、Mn： $50\text{ ppm} \sim 0.5\text{ wt\%}$ を含有するものが特に好ましい。Mnは、磁歪の小さい高珪素鋼板を製造する上でSによる脆化を防ぐ作用があり、このため $50\text{ ppm}$ 以上添加することが有効であるが、その添加量が $0.5\text{ wt\%}$ を超えると鋼の脆化を促進するため好ましくない。また、Cの添加量が $100\text{ ppm}$ を超えると加工性が劣化するとともに、鉄損の増大を招くため好ましくない。

【0014】次に、材質以外のコアの構成について説明すると、まず、コア構成部材どうしの突き当て部が存在する場合、この突き当て部には不可避的なギャップを生じており、先に述べたようにこの部分での電磁吸引力が振動騒音の原因となる。そこで、本発明ではこのような総ての突き当て部を接着強度： $100\text{ kgf/cm}^2$ 以上（但し、 $25^\circ\text{C}$ での接着強度）の接着剤で接着する。図3の(a)～(d)はコア構成部材1どうしの突き当て部2を有するコアの構成例を示している。

【0015】なお、一般に第3図(a)～(c)に示すような積層コアの場合は、その両側に配された当て板を介してボルト締めされることでコア構成部材1どうしが

一体的に連結固定され、また、第3図(d)に示すような巻コアの場合は、コアの外周がバンド締めされることでコア構成部材1どうしが一体的に連結固定される。また、コア構成部材1どうしの突き当て部2という場合、図14に示すようにコア構成部材1a、1bの端部が、各部材の積層銅板が交互に重なり合うように突き合わせさせている場合も含み、この場合には、符号20で示す部分が実質的な突き当て部(つまり、不可避免的なギャップが生じる部分)となる。

【0016】直流での磁歪が $0.2 \times (1/10^6)$ の高珪素銅板(Si: 6.4wt%の無方向性珪素銅板)を用いて図4に示す構造のトランス用コアを作製した。その際、コア構成部材1の突き当て部2を種々の接着強度をもつ接着剤で接着し、接着剤の接着強度と騒音発生との関係を調べた。騒音の測定は、コアを3kHz、 $B=0.2T$ の条件で励磁した状態で、コア正面から10cm離れた位置で行った。その結果を図5に示す。同図によれば、突き当て部2を接着強度 $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上(但し、25℃での接着強度)の接着剤で接着した場合に騒音が急激に低下している。

【0017】また、コアがコア構成部材1どうしの突き当て部の一部または全部に意図的なギャップ部を有する場合、このギャップ部での電磁吸引力および機械的共振が振動騒音の原因となる。そこで、本発明ではこのようなギャップ部についても、接着強度 $100 \text{ kgf/cm}^2$ (但し、25℃での接着強度)の接着剤で接着する。つまり、この場合にはギャップ部を接着剤で充填することになる。図6の(a)~(c)はギャップ部3を有するコアの構成例を示している。なお、一般にこれらのコアがボルト締め或いはバンド締めされることは上述した通りである。

【0018】磁歪が $0.2 \times (1/10^6)$ の高珪素銅板(Si: 6.7wt%の無方向性珪素銅板)を用いて、図2と同じ仕様のリアクトル用コアを作成した。その際、ギャップ部3を種々の接着強度を持つ接着剤で接着し、接着剤の接着強度と騒音発生との関係を調べた。騒音の測定は、コアを1kHz、 $B=1T$ の条件で励磁した状態で、リアクトルの前面中心部から1m離れた位置で行った。その結果を図7に示す。同図によれば、ギャップ部3を接着強度 $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上(但し、25℃での接着強度)の接着剤で接着した場合に騒音が急激に低下している。

【0019】なお、トランスやリアクトルの使用時にはコア表面温度は発熱により100℃以上に達する場合があるので、突き当て部やギャップ部を接着する接着剤は高温での接着強度の高いもの(例えば、150℃での接着強度が $20 \text{ kgf/cm}^2$ 以上のもの)を使用することが好ましい。使用される接着剤の種類に特別な限定はないが、通常はエポキシ系樹脂やアクリル系樹脂等の接着剤が用いられる。

【0020】図8は、先に述べたボルト締めされたコアを示しており、同図の(a)は正面図、(b)は側面図、(c)は平面図である。このコアは図3(a)に示すタイプのコアをボルト締めしたものであり、コアの脚部の両側に縦方向の当て板7aを当て、その上からコアの継鉄部の両側に横方向の当て板7b、7cを当て、コアの四隅を当て板7a、7bとコアを貫通したボルト4により銅板積層方向で締め付けた構造となっている。

【0021】このようにボルト締めされたコアについては、ボルト4と当て板7a、7b間、ボルト4とコア構成部材1間、当て板7a~7cとコア構成部材1間、さらに、当て板7a、7b、7cの各間を、接着強度が $100 \text{ kgf/cm}^2$ (但し、25℃での接着強度)以上の接着剤を用いて接着することが好ましく、これによりボルト4や当て板7の振動が適切に防止される。なお、上記ボルト4や当て板7は、振動を抑制するという観点からは非磁性体により構成することが好ましい。

【0022】次に、図6に示すようなギャップ部3を有するコアにおいて、そのギャップ部の大きさ(厚さ)によっては、硬度Hvが50以上の非磁性体からなるスペーサを挿入し、このスペーサとコア構成部材を接着強度が $100 \text{ kgf/cm}^2$ 以上(但し、25℃での接着強度)の接着剤で接着することが好ましい。図9は、このようなギャップ部3にスペーサ5を挿入したコアの構成例を示している。なお、このようなコアも、通常はボルト締めによりコア構成部材が一体的に連結される。また、ギャップ部にスペーサを挿入した大容量のコアの構成例としては、例えば、図15に示すようなものを挙げることができる。同図の(a)はボルト締め前のコア本体の構造を示す正面図、(b)はボルト4および当て板7を仮想線で示す側面図である。

【0023】図10は、磁歪が $0.2 \times (1/10^6)$ の高珪素銅板(Si: 6.7wt%の無方向性珪素銅板)を用いて、ギャップ部が1mmのカットコア(CS100)を作製し、そのギャップ部に挿入するスペーサとしてシリコンゴム板、アルミ板、非磁性ステンレス板、エポキシガラス板を用いたときの騒音値を比較したものである。各コアともに、スペーサとコア構成部材は接着強度が $110 \text{ kgf/cm}^2$ (但し、25℃での接着強度)のアクリル系接着剤を用いて接着した。また、騒音の測定は、カットコアを1kHz、 $B=1T$ の条件で励磁した状態で、カットコアの正面から10cm離れた位置で行った。

【0024】図10によれば、スペーサの材質により騒音の程度に明らかな違いがあり、且つこれはスペーサの硬度に依存していることが判る。このことは、騒音を抑えるためにはギャップ間の振動を吸収することではなく、ギャップの両側のコア振動そのものを固定することが重要であることを示唆している。図10の結果から、スペーサの硬度Hvが50未満で騒音が急激に増加して

おり、したがって、ギャップ部にスペーサを挿入する場合は、硬度Hvが50以上のスペーサを用いることが望ましい。硬度Hvが50以上の非磁性体からなるスペーサとしては、上記アルミ板、非磁性ステンレス板、エポキシガラス板の他に、例えば、硬質プラスチック、アルミナ板等を用いることができる。また、スペーサは騒音防止の観点から非磁性体であることが必要である。

【0025】また、コアを構成する積層銅板間の振動を抑えることも騒音を抑えるためには極めて有効であり、積層コア、巻コアともにその端面を銅板積層方向で溶接することによって積層銅板間の振動が抑えられ、銅板間の振動による騒音が効果的に低減する。特に、比較的容量の小さいコアにおいては溶接による固定方法が有効である。図11(a)、(b)に溶接により積層端面が固定されたコアの構成例を示す。図中、6が溶接部である。

【0026】表1は、突き当て部2を本発明にしたがって接着強度 $200\text{ kgf/cm}^2$ の接着剤で接着した積層コア(EIコア)ならびに巻コア(カットコア)について、コアの銅板積層方向を各種方法で固定した場合の騒音値を示す。図12(a)～(f)は表1の各コアの構成を示すもので、図12(a)はボルト締めのみを行ったEIコア、図12(b)は端面を溶接したEIコア、図12(c)はボルト締めし且つ端面を溶接したEIコア、図12(d)はバンド締めのみを行ったカットコア、図12(e)は端面を溶接したカットコア、図12(f)はバンド締めし且つ端面を溶接したカットコアである。

\* 【表1】

コアの種類	固定方法		騒音(dBA)
EIコア	ボルト締め付け	図12(a)	42
	コア端面の溶接	図12(b)	39
	ボルト締め付け+コア端面の溶接	図12(c)	36
カットコア	バンド締め付け	図12(d)	44
	コア端面の溶接	図12(e)	41
	バンド締め付け+コア端面の溶接	図12(f)	38

## 【0030】

## 【実施例】

【実施例1】磁歪値が異なる珪素銅板をコア材として、図3(C)に示すような積層鉄心タイプで且つボルト締めされたコアを作製し、このコアを用いたトランス(400Hz、200kVA、3相)の騒音を測定した。この実施例ではコア構成部材1どうしの突き当て部2を種々の接着強度の接着剤で接着したコアと、突き当て部2を接着剤で接着せず、ボルト締めのみを行ったコアを作製し、各コアについて騒音の測定を行った。なお、各コアは、ポリエステル系ワニスの含浸により積層した銅板

\* 【0027】この試験では、コア材として磁歪が $0.15 \times (1/10^6)$ の高珪素銅板(Si:6.5wt%の無方向性珪素銅板)を用い、積層コアとしてEI-96(外側はガラスエポキシの枠を使用)を、また、巻コアとしてCS400をそれぞれ作製した。各コアは、ギャップ厚みを0とし、コア構成部材1の突き当て部2を接着強度が $150\text{ kgf/cm}^2$ の接着剤で接着した。騒音の測定は、各コアを2kHz、B=0.3Tの条件で励磁した状態で、コア正面から10cm離れた位置で行った。表1によれば、騒音値はボルトやバンドで固定するよりも溶接の方が3dB低く、また、溶接とボルトやバンドによる固定とを併用することによってさらに3dB低くなることが判る。

【0028】また、本発明のコアはワニス含浸により積層した銅板間の接着固定及びコイル固定がなされ、これによって積層する銅板間の振動及びコイルの振動による騒音が抑えられ、先に述べた突き当て部及びギャップ部の接着剤による固定、ギャップ部への高硬度のスペーサの挿入とその接着剤による固定、ボルトによる締め付け部の接着剤による固定、及び銅板積層方向の溶接による固定と相俟って、コアの種々の要因による振動が著しく低減され、このため騒音を効果的に低減させることができる。ワニスとしては、ポリエステル系樹脂のように乾燥熱処理後の硬度が高いものが適しており、このようなワニスをを用いた場合には、通常の絶縁ワニスをを用いた場合に較べ数dB以上の騒音改善効果が得られる。

## 【0029】

40 間の接着固定及びコイル固定を行った。騒音の測定は、暗騒音27dBの無響室内でリアクトル前面中心部から1m離れた位置で行った。

【0031】騒音測定の結果を、コア材の直流での磁歪値と突き当て部23の接着条件とともに表2に示す。同表において、磁歪値 $5.0 \times (1/10^6)$ はSi:2.8wt%の無方向性珪素銅板、磁歪値 $1.2 \times (1/10^6)$ はSi:5.5wt%の無方向性珪素銅板、磁歪値 $0.2 \times (1/10^6)$ はSi:6.45wt%の無方向性珪素銅板である。表2によれば、コア材として直流での磁歪の絶対値が $1.5 \times (1/10^6)$ 以下

の珪素銅板を用い、突き当て部2を接着強度 $100\text{ kg f/cm}^2$ 以上の接着剤で接着したコアの場合、コア材として直流での磁歪の絶対値が $1.5 \times (1/10^6)$ を超える珪素銅板を用いたコアや、突き当て部2を接着しないコアに較べて $5\text{ dB}$ 以上の騒音低減効果が得られている。

【0032】〔実施例2〕磁歪値が異なる珪素銅板をコア材として、図3(C)に示すような積層鉄心タイプで且つボルト締めされたコアを作製し、このコアを適用したトランス( $1\text{ kHz}$ 、 $50\text{ kVA}$ 、単相)の騒音を測定した。この実施例では、コア構成部材1どうしの突き当て部2とボルト4による締め付け部を接着強度 $200\text{ kg f/cm}^2$ の接着剤で接着したコアと、突き当て部2及びボルト締め付け部を接着剤で接着しないコアを作製し、各コアについて騒音の測定を行った。なお、各コアは、ポリエステル系ワニスの含浸により積層した銅板間の接着固定及びコイル固定を行った。騒音の測定は、暗騒音 $27\text{ dB}$ の無響室内でトランス前面中心部から $1\text{ m}$ 離れた位置で行った。

【0033】騒音の測定結果を、コア材の珪素銅板の磁歪値と突き当て部2及びボルト締め付け部の接着条件とともに表3に示す。同表において、磁歪値 $3.0 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 2.0\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板、磁歪値 $0.9 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 6.1\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板、磁歪値 $-0.3 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 6.8\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板である。同表によれば、コア材として直流での磁歪の絶対値が $1.5 \times (1/10^6)$ 以下の珪素銅板を用い、突き当て部2及びボルト締め付け部を接着強度 $200\text{ kg f/cm}^2$ 以上の接着剤で接着したコアの場合、コア材として直流での磁歪の絶対値が $1.5 \times (1/10^6)$ を超える珪素銅板を用いたコアや、突き当て部2及びボルト締め付け部を接着しないコアに較べて $8\text{ dB}$ 以上の騒音低減効果が得られている。

【0034】〔実施例3〕磁歪値が異なる珪素銅板をコア材として、図6(C)に示すようなギャップ部3を有し且つバンド締めされたカットコア(CS400)を作製し、このコアを適用したリアクトルの騒音を測定した。この実施例ではカットコアを下記①～④の構造とし、それぞれの構造についてコア端面の計4箇所を銅板積層方向で溶接したものと溶接しないものを作製した。

- ① ギャップ部3に何も介在させないもの(研磨まま)
- ② ギャップ部3を接着剤で接着したもの
- ③ ギャップ部3にスペーサとして厚さ $0.5\text{ mm}$ のシリコンゴムを挿入し、このスペーサとコア構成部材を接着強度 $150\text{ kg f/cm}^2$ のエポキシ系接着剤で接着したもの
- ④ ギャップ部3にスペーサとして厚さ $0.5\text{ mm}$ のガラスエポキシ材を挿入し、このスペーサとコア構成部材

を接着強度 $150\text{ kg f/cm}^2$ のエポキシ系接着剤で接着したもの

【0035】なお、各コアともにポリエステル系ワニスの含浸により積層した銅板間の接着固定及びコイル固定を行った。また、騒音の測定は、リアクトルを $2\text{ kHz}$ 、 $B=0.5\text{ T}$ で励磁した状態で、暗騒音 $27\text{ dB}$ の無響室内でリアクトル前面中心部から $10\text{ cm}$ 離れた位置で行った。騒音の測定結果を、コア材の珪素銅板の磁歪値とコアの構成とともに表4に示す。同表において、磁歪値 $6.0 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 3.5\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板、磁歪値 $0.5 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 6.3\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板、磁歪値 $-0.1 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 6.7\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板である。

【0036】〔実施例4〕磁歪値が異なる珪素銅板をコア材として、図13に示すようなギャップ部3を有するEIコア(EI-95)を作製し、このコアを適用したリアクトルの騒音を測定した。この実施例では、EIコアを中央の脚部のギャップを $2\text{ mm}$ とした下記①～④の構造とし、それぞれの構造についてコア端面の計4箇所を銅板積層方向で溶接したものと溶接しないものを作製した。

- ① ギャップ部3に何も介在させないもの
- ② ギャップ部3を接着剤で接着したもの
- ③ ギャップ部3にスペーサとして厚さ $2\text{ mm}$ のシリコンゴムを挿入し、このスペーサとコア構成部材を接着強度 $110\text{ kg f/cm}^2$ のアクリル系接着剤で接着したもの
- ④ ギャップ部3にスペーサとして厚さ $2\text{ mm}$ のガラスエポキシ材を挿入し、このスペーサとコア構成部材を接着強度 $110\text{ kg f/cm}^2$ のアクリル系接着剤で接着したもの

【0037】なお、各コアともに、コア構成部材どうしの突き当て部2は接着強度 $110\text{ kg f/cm}^2$ のアクリル系接着剤で接着し、また、ポリエステル系ワニスの含浸により積層した銅板間の接着固定及びコイル固定を行った。また、騒音の測定は、リアクトルを $2\text{ kHz}$ 、 $B=0.5\text{ T}$ の条件で励磁した状態で、暗騒音 $27\text{ dB}$ の無響室内においてリアクトル前面中心部から $10\text{ cm}$ 離れた位置で行った。騒音の測定結果を、コア材の珪素銅板の磁歪値とコアの構成とともに表5に示す。同表において、磁歪値 $7.0 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 3.2\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板、磁歪値 $1.9 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 4.0\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板、磁歪値 $0.2 \times (1/10^6)$ は $\text{Si}: 6.5\text{ wt\%}$ の無方向性珪素銅板である。

【0038】

【表2】

11

12

磁歪値 ( $\times 10^{-6}$ )	接着の有無	接着強度 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )	騒音 (dBA)	区 分
5.0	無	—	69	比較例
	有	50	68	"
	有	110	67	"
	有	170	66	"
1.2	無	—	58	"
	有	50	55	"
	有	110	48	本発明例
	有	170	47	"
0.2	無	—	48	比較例
	有	50	47	"
	有	110	42	本発明例
	有	170	41	"

【0039】

【表3】

磁歪値 ( $\times 10^{-6}$ )	コア突き当て部・ボルト 締め付け部の接着の有無	騒音 (dBA)	区 分
3.0	無	65	比較例
	有	63	"
0.9	無	53	"
	有	45	本発明例
-0.3	無	50	比較例
	有	42	本発明例

【0040】

【表4】



13

14

13 磁歪値 ( $\times 10^{-6}$ )	スペーサの有無 及び種類	接着の有無	溶接の有無	騒音 (dBA)	14 区 分
6.0	スペーサ無	無	無	82	比較例
	〃	有	無	71	〃
	〃	有	有	70	〃
	シリコンゴム	無	無	80	〃
	〃	有	無	73	〃
	〃	有	有	72	〃
	ガラスエポキシ	無	無	81	〃
	〃	有	無	72	〃
	〃	有	有	70	〃
0.5	スペーサ無	無	無	76	〃
	〃	有	無	57	本発明例
	〃	有	有	53	〃
	シリコンゴム	無	無	74	比較例
	〃	有	無	68	〃
	〃	有	有	66	〃
	ガラスエポキシ	無	無	76	比較例
	〃	有	無	58	本発明例
	〃	有	有	54	〃
-0.1	スペーサ無	無	無	71	比較例
	〃	有	無	52	本発明例
	〃	有	有	47	〃
	シリコンゴム	無	無	69	比較例
	〃	有	無	64	〃
	〃	有	有	63	〃
	ガラスエポキシ	無	無	70	比較例
	〃	有	無	51	本発明例
	〃	有	有	49	〃

【0041】

30 【表5】

磁歪値 ( $\times 10^{-6}$ )	スペーサの有無 および種類	接着の有無	溶接の有無	騒音 (dBA)	区 分
7.0	スペーサ無	無	無	92	比較例
	"	有	無	90	"
	"	有	有	89	"
	シリコンゴム	無	無	90	"
	"	有	無	83	"
	"	有	有	82	"
	ガラスエポキシ	無	無	90	"
	"	有	無	81	"
	"	有	有	79	"
1.9	スペーサ無	無	無	85	"
	"	有	無	83	"
	"	有	有	81	"
	シリコンゴム	無	無	85	"
	"	有	無	80	"
	"	有	有	79	"
	ガラスエポキシ	無	無	84	"
	"	有	無	78	"
	"	有	有	74	"
0.2	スペーサ無	無	無	76	"
	"	有	無	62	本発明例
	"	有	有	61	"
	シリコンゴム	無	無	75	比較例
	"	有	無	67	"
	"	有	有	64	"
	ガラスエポキシ	無	無	76	比較例
	"	有	無	62	本発明例
	"	有	有	47	"

## 【0042】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、吸音材や遮音箱で覆う必要のない低騒音なトランス及びリアクトル用のコアを得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】ギャップ部が所定の接着強度の接着剤で接着されたコアとギャップ部が接着剤で接着されていないコアについて、それらの騒音値をコア材の磁歪値との関係で示すグラフ

【図2】図1のグラフの試験で用いたコアの構造を示す斜視図

【図3】コア構成部材どうしの突き当て部を有するコアの構成例を示す図面

【図4】図5の試験に用いたコアの構成を示す説明図

【図5】突き当て部が接着剤で接着されたコアについて、接着剤の接着強度と騒音値との関係を示すグラフ

【図6】ギャップ部を有するコアの構成例を示す図面

【図7】ギャップ部が接着剤で接着されたコアについて、接着剤の接着強度と騒音値との関係を示すグラフ

【図8】ボルト締めされたコアの構成例を示す図面

【図9】ギャップ部にスペーサが挿入されたコアの構成例を示す斜視図

【図10】ギャップ部にスペーサが挿入されたコアにおいて、スペーサの種類及び硬度と騒音値との関係を示すグラフ

【図11】積層した銅板を溶接により固定したコアの構成例を示す図面

【図12】表1に示された各構成のコアを示す図面

【図13】実施例4で用いたコアの構成を示す斜視図

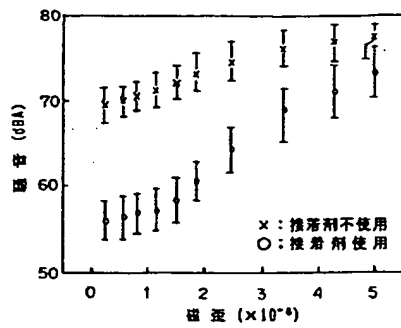
【図14】コア構成部材どうしの突き当て部の一例を示す斜視図

【図15】ギャップ部にスペーサが挿入されたコアの他の構成例を示す図面

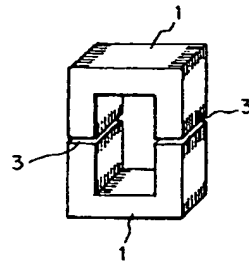
## 【符号の説明】

1…コイル構成部材、2…突き当て部、3…ギャップ部、4…ボルト、5…スペーサ、6…溶接部、7、7a、7b、7c…当て板

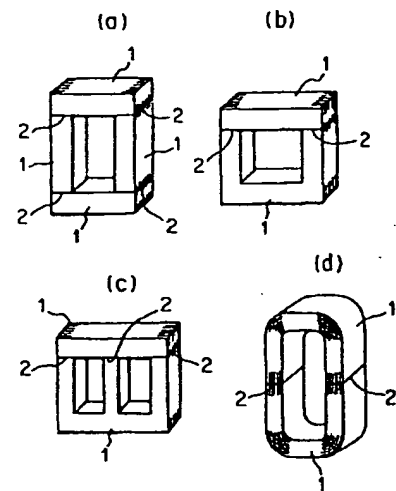
【図1】



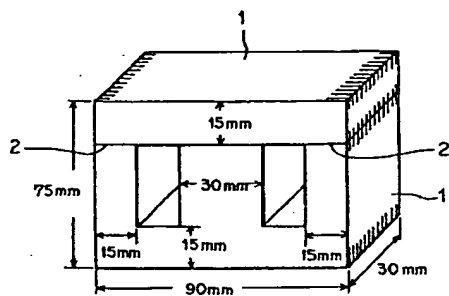
【図2】



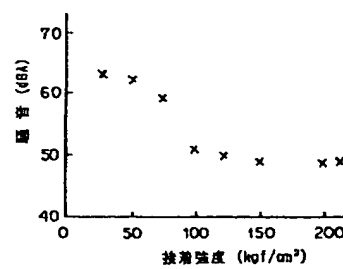
【図3】



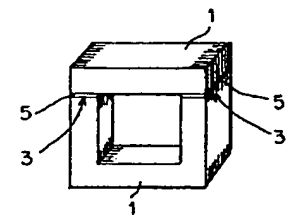
【図4】



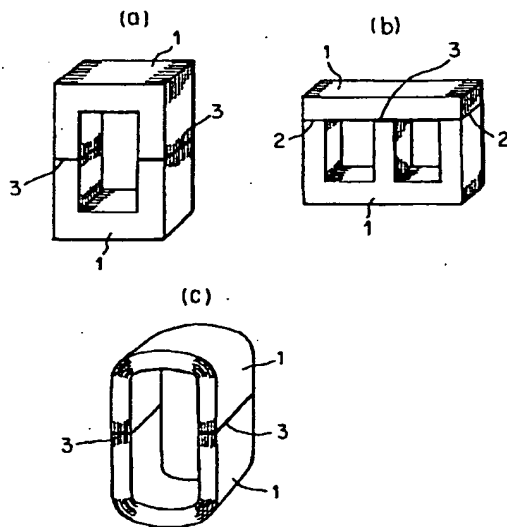
【図5】



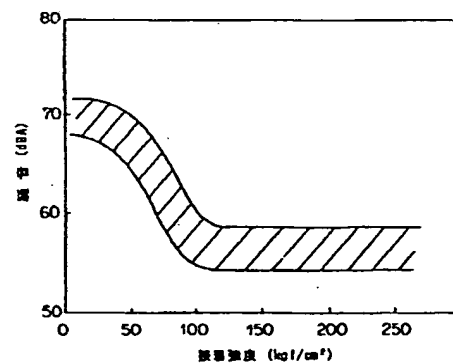
【図9】



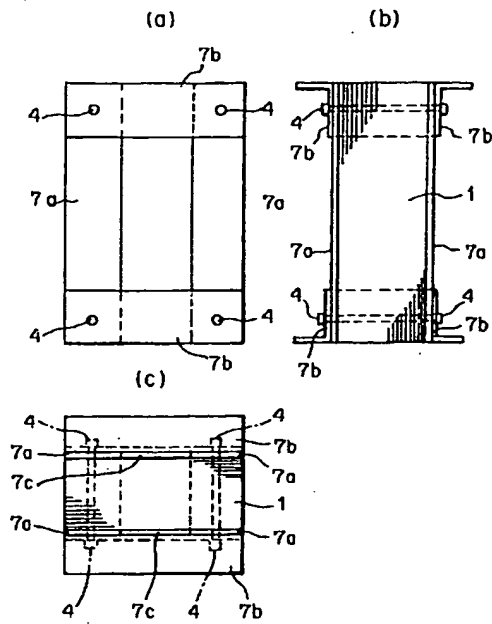
【図6】



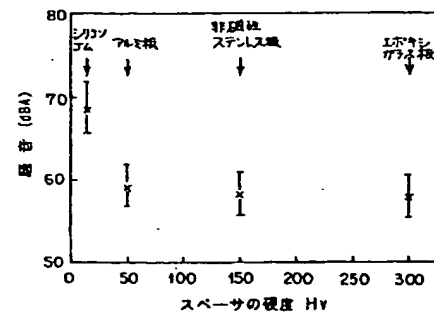
【図7】



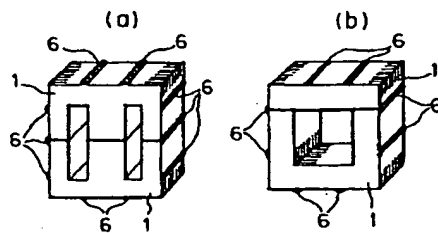
【図8】



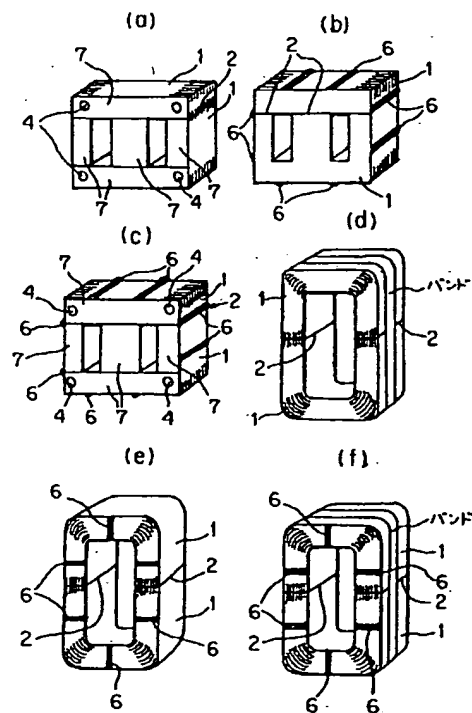
【図10】



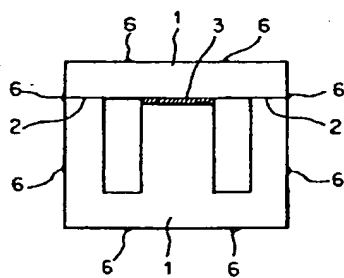
【図11】



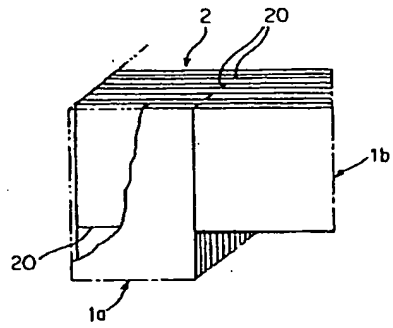
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

